

# 食道内心振動記録用変換器の試作並びに食道内低周波心振動記録の臨床的意義

著者	香坂 茂美
号	440
発行年	1967
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/18338">http://hdl.handle.net/10097/18338</a>

氏 名 ( 本 籍 )	こ う さ か し げ み 香 坂 茂 美
学 位 の 種 類	医 学 博 士
学 位 記 番 号	医 博 第 4 4 0 号
学位授与年月日	昭 和 4 2 年 3 月 2 4 日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科専門課程	東北大学大学院医学研究科 ( 博士課程 ) 内科学専攻
学位論文題目	食道内心振動記録用変換器の試作並びに食道 内低周波心振動記録の臨床的意義

( 主 査 )

論文審査委員	教授 岡 捨 己	教授 中 村 隆
		教授 鈴 木 泰 三

# 論 文 内 容 要 旨

## 緒

## 言

非観血的に心臓の機械的運動状態を把握すると共に、心の機能的器質の異常に対する診断精度をあげるためには、心臓由来の振動の総てを、胸壁上からのみならず、胸腔内の心臓近傍から、直接心臓に刺激を与えることなしに忠実に把握する必要がある。そしてこのような方法を開発すると共に、心振動の発生機序、伝播様式、及び胸壁のもつ音響学的特性などを解明し、心臓の病態生理学的変化との関連性を明らかにすることが重要である。この目的のため筆者は食道内から総ての周波数帯域の心振動を把握し得る変換器を試作して理論的実験的吟味を加えた。更に本変換器を臨床的に適用し、特に低周波心振動について超音波 Echogram を併用して検討を加え、食道内低周波心振動記録の所見に多くの新知見を得ることが出来、その臨床的意義と重要性を確認し得た。

## I 食道内心振動記録用変換器とその臨床的有用性

1) 試作変換器の構成：食道内の同一部位で同時に次の3種の信号が pick up されるよう考案した。長さ約1 m、内径4 mm 厚さ0.5 mm のテフロン管を導管とし、i) その先端内部にチタン酸バリウム片を圧電変換素子とした可聴域振動用小型変換器を装着した。そして受音部に面する導管側面に側孔をあけ先端部を直径約1.5 cm の薄いゴム囊で覆った。使用時にはゴム囊及び導管内に脱気水を満し、食道壁との Impedance 整合を行つた。ii) 低周波振動用として、脱気水を満した導管の他端を高感度 Strain Gauge に接合して変換器とした。iii) 心電端子として導管先端部に金属片を装着した。2) 試作変換器の性能及び精度：i) 可聴域振動用部分の動作時近似の周波数特性は約100 C/S ~ 10000 C/S の間で平坦で過渡特性、感度、絶縁、防水等は良好であつた。ii) 低周波振動部分では、Strain Gauge を含む動作時近似の特性は約200 C/S 以下で平坦で、0 ~ 50 mmHg 以内の圧変動に対し直線性が良く、一般圧測定用変換器より約7 dB 感度がよい。過渡特性も良好で振動伝達時間は7 msec 以下であつた。

3) 試作変換器に関する考察：i) 食道内の場合でも可聴域心振動用変換器では、動作時周波数特性は主に  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{S/M}$  ( $f$ : 共振周波数,  $S$ ,  $M$ , 変換素子, 食道壁及び介在する媒質とを含めた Stiffness 及び質量) の高さで決まると考えられる。 $f$  を高くし機械 Impedance 整合をとるとよい。変換器の Stiffness が生体のそれに近く、素子と食道壁との音響 Impedance 整合をとると振動伝達がよく Energy 損失も少い。固有音響 Impedance が生体に近いことから脱気水を介在させると良効を期待し得る。ii) 低周波心振動用変換器では体外に変換部を置き水を満した導管を用いると、前述同様それらの動特性は  $f = \frac{D}{8} \sqrt{3(\Delta p/\Delta v)\pi\rho/L}$  ( $D$ : 管の直径,  $L$ : その長さ,  $\Delta p/\Delta v$ : 体積弾性率,  $\rho$ : 液体の密度) で決り、振動の減衰

比は  $h = \frac{16}{D^3} \sqrt{3 L / \pi \rho (4p / \Delta v)}$  , 圧波伝播速度は  $v = \sqrt{1 / \rho (1 / K + D / E \delta)}$  (E: 管の長さの方向の弾性率,  $\delta$ : 管壁の厚さ, K: 液体の弾性率) で左右される。 $f$  を高くするには導管は硬く太く短いほどよい。F 13 号心臓 Catheter 或は類似の硬さをもつ管を使用し脱気水を用いると  $f$  は 20 ~ 40 C/S でありそれ以下は平坦となる。振動伝達時間も少なく充分実用し得る。4) 臨床的有用性: 正常者及び心疾患々々でこの変換器を用い食道内心振動を記録した結果、臨床的に充分使用可能であり、Ⅲ音Ⅳ音のみでなく VSD では Jet 流に基づく雑音もよく記録され、低周波心振動も忠実に表現し得た。

## II 食道内低周波心振動曲線の臨床的意義

1) 緒言: 食道内低周波心振動曲線は心の機械的運動状態を直接表現するものと考えられるが従来この種の報告は装置の欠陥により正確さを欠き誤った解釈も少くなかった。筆者は精度の良い変換器を開発しその描写分析を行い食道内 Mechanocardiogram (EMCG) と名付けて検討した。2) 方法: 体表からの心音心電心尖搏動頸動脈波と共に食道内心振動心電を同時記録し更に超音波 Echogram 法、亜硝酸アミル負荷試験を併用した。心音記録には 2 種類の高域濾波器を用い超音波変換器には 2.25 MC 凹面振動子を用いた。対象は健康者及び各種心疾患々々者計 43 例で、EMCG 用変換器を嚥下せしめたのちレ線透視、食道内心電図を参考にして噴門部から約 1cm ずつ引き抜きつつ記録を行つた。3) 結果及び考案: i) 健康例では心臓の各部に相当する部位で、再現性、普遍性に富む特徴的の曲線が得られ、弁閉鎖、開放及び血液の流出由來と考えられる棘或は切痕が記録された。心室部では駆出期に下行し拡張期に上行する単相性曲線が得られる。心房部では心房収縮期と流入末期に山を持ち房室弁閉鎖、開放で下行する 2 相性曲線を得る。心塞部では駆出前半期に下行し後半期に大動脈波が重畳し、大血管部では大動脈々波が得られる。2) 僧帽弁膜症では心室部曲線が得られ難く心房部曲線が変化する。i) 狭窄症では心房収縮波が増高し、心房細動例ではこの波が欠除する。又心房流入末期陽性棘の早期出現と弁開放音の不一致が特徴的である。ii) 閉鎖不全症では心房流入曲線の上昇がいちぢるしく高い陽性棘を作り、その波高は亜硝酸アミルの投与で逆流を減ずると著減する。又逆流性雑音が重畳する。iii) 大動脈弁膜症では心室部曲線の変動が著明である。IV) 短絡を伴う先天性心疾患は心室部曲線で駆出前期と駆出早期に画かれる波形が特徴的である。右心負荷の著明な例では心房曲線上心室収縮開始に相当する曲線上で分裂が示される。5) E M C G 上の変化は血液流出入異常、血行動態の変化、心負荷の程度により心の機械的運動に変動が生じたときに現れるものと考えられた。4) 結語: 精度をあげた食道内 E M C G を分析し多くの新知見が得られた。本法は再現性、普遍性が良く非観血的方法であり、反復施行し得るので、臨床診断法としての意義は大であると考えられた。

## 審 査 結 果 の 要 旨

心臓の機械的運動状態を判断する方法として心音図法のもつ重要性は次第に増大しつつあるが、性能のよい変換器の少いこと、心臓自体の振動現象の詳細と、生体側の音響的な性質とについて不明な点が多いことにより、心電図法における如き理論的体系をなすに至っていないのが現状である。

心音図学のこのような現状にあつて、本論文においては心音図の理論的な解明を行うための一方法を提示しているものと判断される。即ち、心音、心雑音のみならず、心拍動自体をも振動現象と考え、心振動の様相を解明するために、心音心雑音の伝播性と心臓の解剖学的位置との関連性を考慮して、独自の Idea により、食道内から適用し得る新しい変換器を試作し、更に独特の方法で試作変換器の性能を検討すると共に較正を行つて、その実用性と臨床的有用性を立証している。これまで心音図法に用いられている変換器において、本論文で提示されている如く、1 個の装置によつて、低周波心振動、可聴域心音心雑音及び心電図の 3 種類の信号が同一場所から同時に記録し得るように考案されているものではなく、電子工学の知識を用いて自ら変換器に関する問題を解決している点に積極的な意欲がうかがわれ、斬新的な独創性があるものと判断される。

又本論文では、試作変換器を各種の心疾患患者に適用し、胸壁上から記録した心音図上で類似性のある心雑音でも疾患が異なる際には食道内から記録すると明瞭な差が認められ、区別し得ることを指摘し、鑑別診断上の意義を明らかにすると共に、心音心雑音の音響学的性状の解明方法に一つの端緒を与えている。一方低周波心振動については、食道内誘導メカノカルジオグラムと命名し、正常例及び各種心疾患例について斬新的な方法である超音波法を駆使し、パターンを詳細に分析し、食道内の種々の深さの点において、特異性のある再現性のよい記録が得られることを指摘している。そして心疾患においては、心臓にかかる負荷の状態によつてパターンに差を生ずることを明らかにし、心振動の様相を解明すると共に低周波心振動曲線のもつ意義とその診断上の効果を述べている。食道内低周波心振動記録法に関し、古くから多くの報告例がみられるが、その装置の精度の上で問題があつたとして、過去の報告例に対して訂正さるべき多くの点を指摘し、同時に新知見をも報告している。

臨床的心臓機能の判定はできうる限り非観血的に行われるべきものと考えられる。その意味においても本論文は大きな意義を有するものと考えられ心音図法の上に新方面を拓くものとして高く評価し得ると共に独創性に富む論文と判断され、学位を授与されてしかるべきものである。